

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In Re U.S. Patent Application)

Applicant: Zhang et al.)

Serial No.)

Filed: November 26, 2003)

For: SPIN VALVE HEAD AND)
MAGNETIC RECORDING)
DEVICE USING THE SAME)

I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service as EXPRESS MAIL in an envelope addressed to: Mail Stop PATENT APPLICATION, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on this date.

11-26-03
Date


Express Mail Label No.: EV032735558S

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicants claim foreign priority benefits under 35 U.S.C. § 119 on the basis of the foreign application identified below:

Japanese Patent Application No. 2002-341924, filed November 26, 2002

A certified copy of the priority document is enclosed.

Respectfully submitted,

GREER, BURNS & CRAIN, LTD.

By



Patrick G. Burns
Registration No. 29,367

November 26, 2003

300 South Wacker Drive
Suite 2500
Chicago, Illinois 60606
Telephone: 312.360.0080
Facsimile: 312.360.9315

2309,68767
312,360,0080

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 1 月 2 6 日

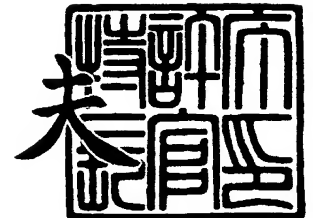
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 4 1 9 2 4
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 4 1 9 2 4]

出 願 人
Applicant(s): 富士通株式会社

2 0 0 3 年 1 1 月 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 2 2 9 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 0251762

【提出日】 平成14年11月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 43/08
G11B 5/39

【発明の名称】 スピンバルブヘッドおよび磁気記録装置

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 張 依群

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 野間 賢二

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 金井 均

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077621

【弁理士】

【氏名又は名称】 綿貫 隆夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100092819

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀米 和春

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006725

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9803090

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スピンバルブヘッドおよび磁気記録装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 のピン磁性層、非磁性層、第 2 のピン磁性層をこの順に積層したピン磁性層を備えるスピンバルブヘッドにおいて、

前記第 1 のピン磁性層と前記第 2 のピン磁性層の間に絶縁体スペキュラー層が積層して形成されていることを特徴とするスピンバルブヘッド。

【請求項 2】 非磁性層と第 2 のピン磁性層の間に絶縁体スペキュラー層が形成されていることを特徴とする請求項 1 記載のスピンバルブヘッド。

【請求項 3】 絶縁体スペキュラー層が、C o、N i、F eあるいはこれらを少なくとも一つ含む合金の酸化物からなることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のスピンバルブヘッド。

【請求項 4】 絶縁体スペキュラー層の厚さが、0.6 nm～1.0 nmであることを特徴とする請求項 1、2 または 3 記載のスピンバルブヘッド。

【請求項 5】 絶縁体スペキュラー層が、金属層を自然酸化、プラズマ酸化、イオンビーム酸化等の酸化方法により酸化した酸化膜とした形成されたものであることを特徴とする請求項 1 記載のスピンバルブヘッド。

【請求項 6】 絶縁体スペキュラー層が、非磁性層の表面に、金属酸化物をスパッタリング法、蒸着法、C V D 法等の成膜法により形成されたものであることを特徴とする請求項 1 記載のスピンバルブヘッド。

【請求項 7】 絶縁体スペキュラー層が、非磁性膜の表面に酸化膜を成膜した後、成膜用のチェンバー内に酸素を導入し、非磁性酸化膜の表面に酸素を付着させて形成されたものであることを特徴とする請求項 3 記載のスピンバルブヘッド。

【請求項 8】 磁気記録媒体に記録された情報を再生する磁気ヘッドを備えた磁気記録装置であって、

前記磁気ヘッドが、請求項 1～7 のいずれか一項記載のスピンバルブヘッドを備えていることを特徴とする磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明はスピバルブヘッドおよび磁気記録装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

磁気記録装置の面記録密度が増大するとともに、磁気ヘッドはますます小型化している。MRヘッドは磁気記録媒体の信号磁界の変化を電気抵抗率の変化として検出する、再生用ヘッドとして使用されている。スピバルブヘッドは電気抵抗の変化率（MR比）が従来のMR素子に比べて大きく、面記録密度の増大に対応できるMR素子として利用されている。

ところで、従来のスピバルブヘッドは、反強磁性層、ピン磁性層（固定磁性層ともいう）、中間層、フリー磁性層等を積層して形成したスピバルブ膜の両側面に電極を設け、スピバルブ膜の膜面に平行に電流を流すCIP（Current In Plane）構成としたものが主流である。

【0003】

しかしながら、CIP構成としたスピバルブヘッドは磁気記録媒体の面記録密度がさらに増大するような場合には、MR比が低下し、ヘッドの出力が低下することから、ヘッドの出力を増大するため、スピバルブ膜面に垂直に電流が流れるようにした積層フェリスピバルブSSV（Synthetic ferrimagnet Spin Valve）構造が考えられている。

図2は、積層フェリスピバルブ構造を備えたスピバルブ膜の構成を示す。このスピバルブ膜は、下地層10の上に、反強磁性層12、第1のピン磁性層141、ルテニウム等の非磁性層15、第2のピン磁性層142、中間層16、フリー磁性層18およびギャップ層20をこの順に積層したものである。第1のピン磁性層141と第2のピン磁性層142の磁化方向は逆向きであり、非磁性層15は第1のピン磁性層141と第2のピン磁性層142とを交換接合する作用を有している。

【0004】

第2のピン磁性層142は、さらにピン2A層142aとピン2B層142bの2層に形成され、ピン2A層142aとピン2B層142bの間にスペキュラー層143が設けられている。スペキュラー層143は、金属と絶縁体との界面で電子を鏡面反射させ、これによって磁気抵抗作用を増大させる作用を奏するものである。（たとえば、特許文献1参照）

【0005】

【特許文献1】

特開2000-252548号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、図2に示すスペキュラー層143を備えたスピンバルブ膜の磁気特性は、ピン2A層142aとピン2B層142bの厚さに大きく左右される。

図5に、第1のピン磁性層141の厚さを一定（1.2nm）とした条件で、第2のピン磁性層142の厚さによってMR比と一方向異方性磁場（H_{ua}）がどのように変化するかを測定した結果を示す。ピン2A層142aの厚さを0.9nm、ピン2B層142bの厚さを1.3nmとし、第2のピン磁性層142の全体厚（ピン2A層+ピン2B層）を変えて測定したものである。なお、第1のピン磁性層141はCoFeで厚さ1.2nm、非磁性層15は厚さ0.85nm、中間層はCuで2.2nm、フリー磁性層はCoFe0.5nmとCoNiFe2.16nmの2層からなる。

【0007】

図5に示す測定結果から、MR比は第2のピン磁性層142の全体の厚さが増加するとともに若干増加すること、一方、H_{ua}は第2のピン磁性層142の厚さが増加するとともに比較的速く減少することがわかる。また、H_{ua}について注目すると、ピン2B層142bの厚さを一定にしてピン2A層142aの厚さを厚くしていくと、より速くH_{ua}が減少することがわかる。したがって、MR比とH_{ua}を大きくするためには、ピン2A層142aについては厚さを薄くすること、ピン2B層142bについてはその厚さを厚くすることが有効であることがわかる。

【0008】

また、従来のスペキュラー層 143 を備えたスピバルブ膜では、ピン 2A 層 142a を酸化して形成したスペキュラー層 143 で酸素拡散が生じ、経時劣化によって電氣的絶縁が完全でなくなり、スピバルブヘッドの信頼性が低下するといった課題もあった。

そこで、本発明はこれらの課題を解決すべくなされたものであり、その目的とするところは、スペキュラースピバルブヘッドとして確実なスペキュラー効果を備えるとともに、MR 比と H_{ua} をともに増大することができて、磁気記録媒体の面密度が増大した際にも所要のヘッド出力を得ることができ、磁気記録装置に好適に利用することができるスピバルブヘッドおよびこれを用いた磁気記録装置を提供するにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記目的を達成するため次の構成を備える。

すなわち、第 1 のピン磁性層、非磁性層、第 2 のピン磁性層をこの順に積層したピン磁性層を備えるスピバルブヘッドにおいて、前記第 1 のピン磁性層と前記第 2 のピン磁性層の間に絶縁体スペキュラー層が積層して形成されていることを特徴とする。

【0010】

また、前記非磁性層と第 2 のピン磁性層の間に絶縁体スペキュラー層が形成されていること、前記絶縁体スペキュラー層が、Co、Ni、Fe あるいはこれらを少なくとも一つ含む合金の酸化物からなること、前記絶縁体スペキュラー層の厚さが、0.6 nm～1.0 nm であることを特徴とする。

また、前記絶縁体スペキュラー層は、金属層を自然酸化、プラズマ酸化、イオンビーム酸化等の酸化方法により酸化した酸化膜とした形成されたものであること、非磁性層の表面に、金属酸化物をスパッタリング法、蒸着法、CVD 法等の成膜法により形成されたものであること、非磁性膜の表面に酸化膜を成膜した後、成膜用のチェンバー内に酸素を導入し、非磁性酸化膜の表面に酸素を付着させて形成されたものであることを特徴とする。

【0011】

また、磁気記録媒体に記録された情報を再生する磁気ヘッドを備えた磁気記録装置であって、前記磁気ヘッドが、前記スピナバルブヘッドを備えていることを特徴とする。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態について添付図面と共に詳細に説明する。

図1は本発明に係るスピナバルブヘッドの構成を示す説明図である。同図で、10はアルチック基板等の基材に形成する下地層である。下地層10はNiCr等によって形成する。下地層10はスパッタリング法、蒸着法、CVD法等の通常の成膜法によって形成することができる。

【0013】

12は下地層10の上層に形成した反強磁性層である。反強磁性層12は、交換バイアス磁界印加層として形成するもので、PtMn、PdPtMn等の反強磁性材料を使用することができる。反強磁性層12は、スパッタリング法、蒸着法、CVD法等の通常の成膜法によって形成することができる。

【0014】

141は反強磁性層12の上層に形成した第1のピン磁性層であり、142はルテニウム等の非磁性層15および絶縁体スペキュラー層22を介して積層して形成した第2のピン磁性層である。第1のピン磁性層141および第2のピン磁性層142は、磁化方向が固定され、互いに磁化方向が逆向きに設定されている。

第1のピン磁性層141および第2のピン磁性層142とも、CoFe合金、CoFeB合金等の強磁性体材料によって形成される。第1のピン磁性層141および第2のピン磁性層142は、スパッタリング法、蒸着法、CVD法等の通常の成膜法によって形成することができる。第1のピン磁性層141および第2のピン磁性層142の厚さは適宜選択できるが、通常は1～2nm程度の厚さに設定すればよい。

【0015】

非磁性層 15 は第 1 のピン磁性層 141 と第 2 のピン磁性層 142 との間で交換接合作用をさせる交換接合層として形成するものである。非磁性層 15 は、第 1 のピン磁性層 141 を形成した後、スパッタリング法、蒸着法、CVD 法等の通常の成膜法によって形成する。

【0016】

本実施形態のスピンバルブ膜の構成において特徴的な構成は、非磁性層 15 の上層に設けた絶縁体スペキュラー層 22 である。この絶縁体スペキュラー層 22 は、非磁性層 15 を設けた後、非磁性層 15 の表面に酸化物による絶縁体層として形成する。

絶縁体スペキュラー層 22 は、スパッタリング法、蒸着法、CVD 法といった成膜法によって、非磁性層 15 の表面に、Co、Ni、Fe 等の単一元素金属あるいは合金金属からなる金属層を形成した後、前記金属層を、自然酸化、プラズマ酸化、イオンビーム酸化などの酸化方法を用いて酸化して酸化膜とすることによって形成することができる。

【0017】

また、絶縁体スペキュラー層 22 を形成する他の方法としては、Co、Ni、Fe 等の単一元素金属あるいは合金金属の酸化物をソース材料に使用し、スパッタリング法、蒸着法、CVD 法といった成膜法によって、非磁性層 15 の表面に酸化膜を形成する方法がある。

なお、絶縁体スペキュラー層 22 によるスペキュラー効果をさらに確実にするため、非磁性層 15 の表面に酸化膜を成膜した後、さらに成膜用のチェンバー内に酸素を導入して、絶縁体スペキュラー層 22 の表面に酸素を付着させるようにするとよい。

【0018】

第 2 のピン磁性層 142 は、上述したようにして絶縁体スペキュラー層 22 を形成した後、スパッタリング法、蒸着法、CVD 法といった成膜法によって形成する。

本実施形態のスピンバルブ膜のピン磁性層は、図 2 に示す従来のスピンバルブ膜においては、第 2 のピン磁性層 142 がピン 2A 層 142a とピン 2B 層 14

2bの2層構成となっていたのに対して、第2のピン磁性層142が1層のみの構成となっていることが特徴的である。

【0019】

図1において、16は非磁性層からなる中間層である。中間層にはCu等の非磁性体を使用される。中間層16もスパッタリング法、蒸着法、CVD法等の適宜成膜法を利用して形成することができる。

18はフリー磁性層である。フリー磁性層18には軟磁性材料によって形成される。フリー磁性層18は、CoFe合金、CoFeB合金等によって形成される。また、フリー磁性層18は単層によって形成することもできるし、複数層構成とすることもできる。フリー磁性層18もまた、スパッタリング法、蒸着法、CVD法等の通常の成膜法を利用して形成することができる。

ギャップ層20は、再生用ヘッドと記録用ヘッドとのギャップ間隔を設定するためのものである。ギャップ層20はフリー磁性層18の上層にアルミナ等の絶縁体を成膜して形成する。

【0020】

本実施形態のスピンバルブヘッドは、上述したように、第1のピン磁性層141の上層に非磁性層15と絶縁体スペキュラー層22を介して第2のピン磁性層142を形成したことが特徴である。

図2の構成に係る従来のスピンバルブ膜においては、ピン2A層142aとピン2B層142bの2層構造から第2のピン磁性層142について、スピンバルブ膜のMR比とHuaを大きくするためには、ピン2A層142aの厚さを薄くすること、ピン2B層142bについてはその厚さを厚くすることが有効であるという測定結果が得られていた。

【0021】

本実施形態のスピンバルブ膜の場合は、ピン2A層142aに相当するピン磁性層をなくし、ピン2B層142bに相当する第2のピン磁性層142の厚さを厚く形成することが可能となることから、MR比およびHuaの値を効果的に増大させることが可能である。また、ピン磁性層とは別層として絶縁体スペキュラー層22を設ける構成としたことで、所要の特性を備えたスペキュラー層を容易に

形成することが可能となる。絶縁体スペキュラー層 22 を別層として形成する方法は、従来のようにピン 2A 層 142a を酸化してスペキュラー層 143 を設ける方法において、ピン 2A 層 142a の酸化処理を制御してスペキュラー層 143 を形成する方法とくらべて、はるかに処理が容易であり、確実にスペキュラー層を形成することができるという利点がある。これによって、より安定した特性を備えたスピバルブヘッドを容易に製造することが可能となる。

【0022】

【実施例】

図 3、4 は上記方法によって実際に製造したスピバルブヘッドと、従来方法によって製造したスピバルブヘッドについて、MR 比と H_{ua} 値を測定した結果を示す。図 3 は本実施形態によって製造したスピバルブヘッドの実施例についての測定結果、図 4 は従来方法によって製造したスピバルブヘッドの比較例についての測定結果を示す。

【0023】

スピバルブヘッドの膜構成と MR 比と H_{ua} 値の測定結果は以下のとおりである。

(実施例)

下地層: NiCr、反強磁性層: PdPtMn 厚さ 11 nm、第 1 のピン磁性層: CoFe 厚さ 1.2 nm、非磁性層: 厚さ 0.85 nm、絶縁体スペキュラー層: CoO (酸化コバルト) 厚さ 0.9 nm、第 2 のピン磁性層: CoFe 厚さ 1.7 nm、中間層: Cu 厚さ 2.2 nm、フリー層: CoFe 厚さ 0.5 nm / CoNiFe 2.16 nm

MR 比 = 16.11%、 $H_{ua} = 1410 \text{ Oe}$

【0024】

(比較例)

下地層: NiCr、反強磁性層: PdPtMn 厚さ 11 nm、第 1 のピン磁性層: CoFe 厚さ 1.2 nm、非磁性層: 厚さ 0.85 nm、ピン 2A 層: CoFe 厚さ 0.9 nm、ナノスペキュラー層、ピン 2B 層: CoFe 厚さ 1.7 nm、中間層: Cu 厚さ 2.2 nm、フリー層: Co

Fe 厚さ 0.5 nm / CoNiFe 2.16 nm

MR比 = 16.05%、 Hua = 906 Oe

【0025】

上記測定結果は、ピン磁性層等の対応する膜厚については比較例と実施例の膜厚を変えずに測定した結果である。MR比とHuaについてみると、MR比については本発明の実施例がやや上回る程度であるが、Hua値については実施例が大幅に上回っている。したがって、Huaの改善には本発明のスピンバルブヘッドがきわめて有効に利用可能であり、面記録密度がますます増大する磁気記録媒体を搭載する磁気記録装置の再生用ヘッドとして好適に利用することが可能である。

【0026】

【発明の効果】

本発明に係るスピンバルブヘッドは、MR比とHua値を改善した磁気ヘッド素子として得ることができ、優れた、安定した特性を備える磁気ヘッド素子として提供することが可能となる。このスピンバルブヘッドを備えた磁気ヘッドを磁気記録装置に搭載することにより、磁気記録媒体の面記録密度の増大に容易に対応することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係るスピンバルブヘッドの膜構成を示す説明図である。

【図2】

従来のスピンバルブヘッドでの膜構成を示す説明図である。

【図3】


本発明に係るスピンバルブヘッドについてMR比とHua値を測定した結果を示すグラフである。

【図4】

従来のスピンバルブヘッドについてMR比とHua値を測定した結果を示すグラフである。

【図5】

第2のピン磁性層の厚さによるMR比とHua値の変化を測定した結果を示す



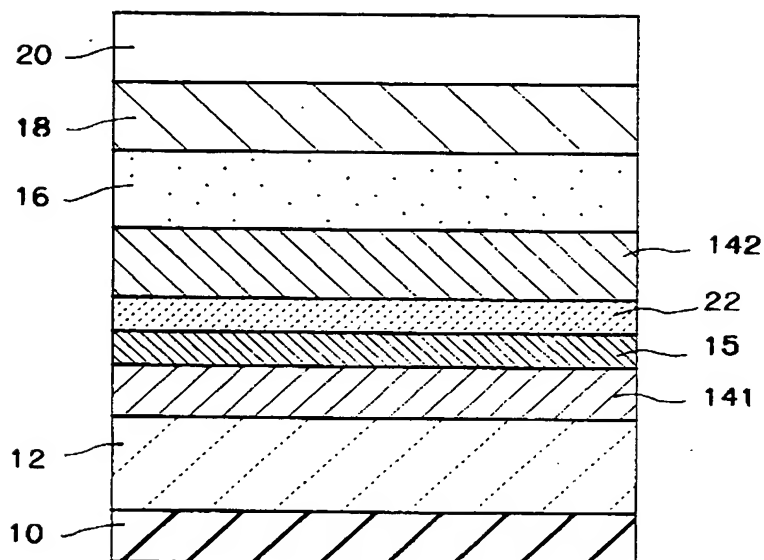
グラフである。

【符号の説明】

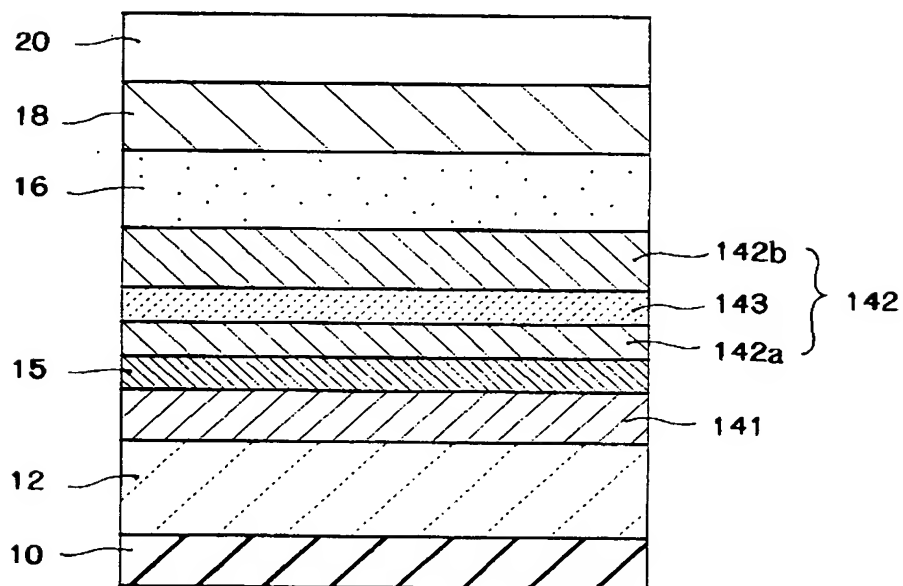
- 1 0 下地層
- 1 2 反強磁性層
- 1 5 非磁性層
- 1 6 中間層
- 1 8 フリー磁性層
- 2 0 ギャップ層
- 2 2 絶縁体スペキュラー層
- 1 4 1 第 1 のピン磁性層
- 1 4 2 第 2 のピン磁性層
- 1 4 2 a ピン 2 A 層
- 1 4 2 b ピン 2 B 層
- 1 4 3 絶縁体スペキュラー層

【書類名】 図面

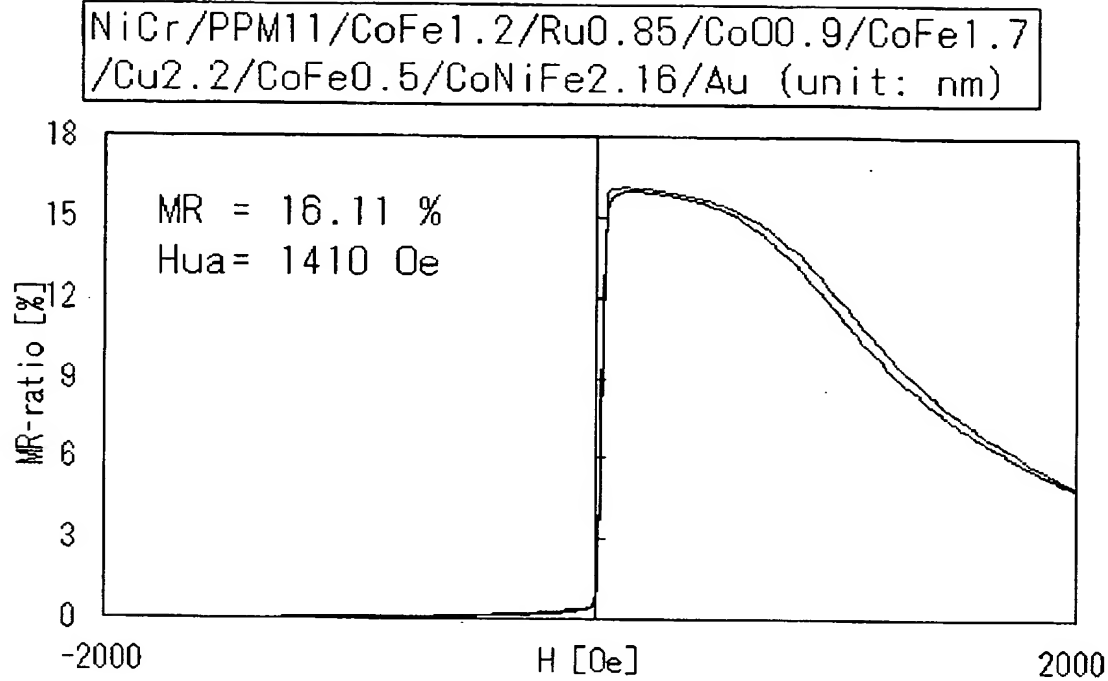
【図 1】



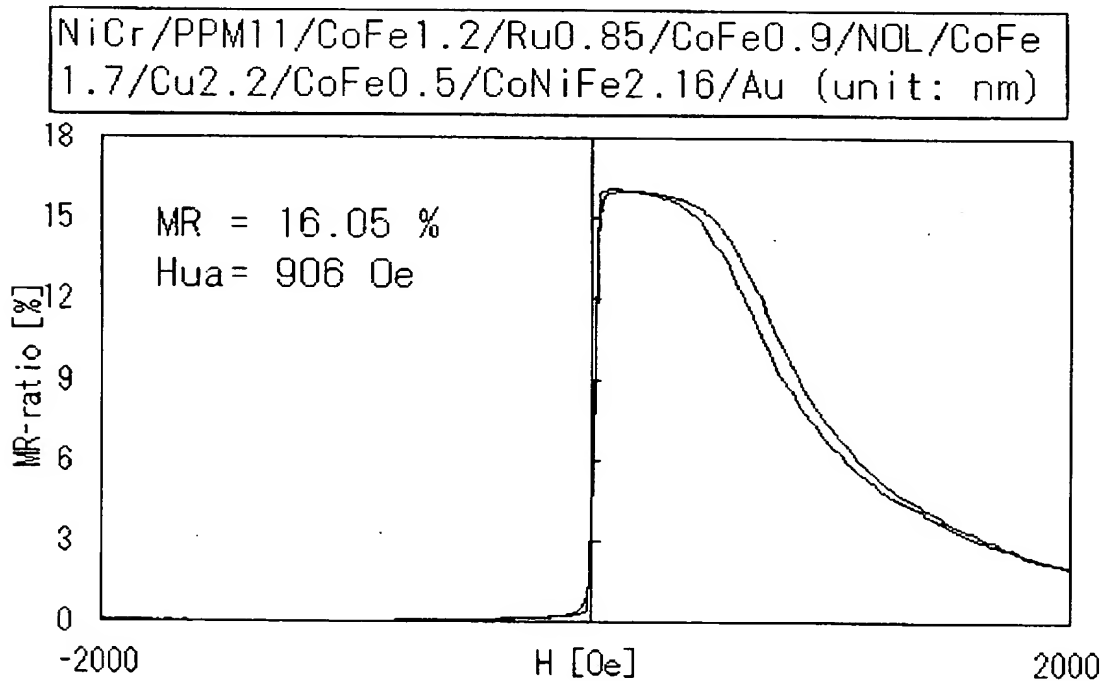
【図 2】



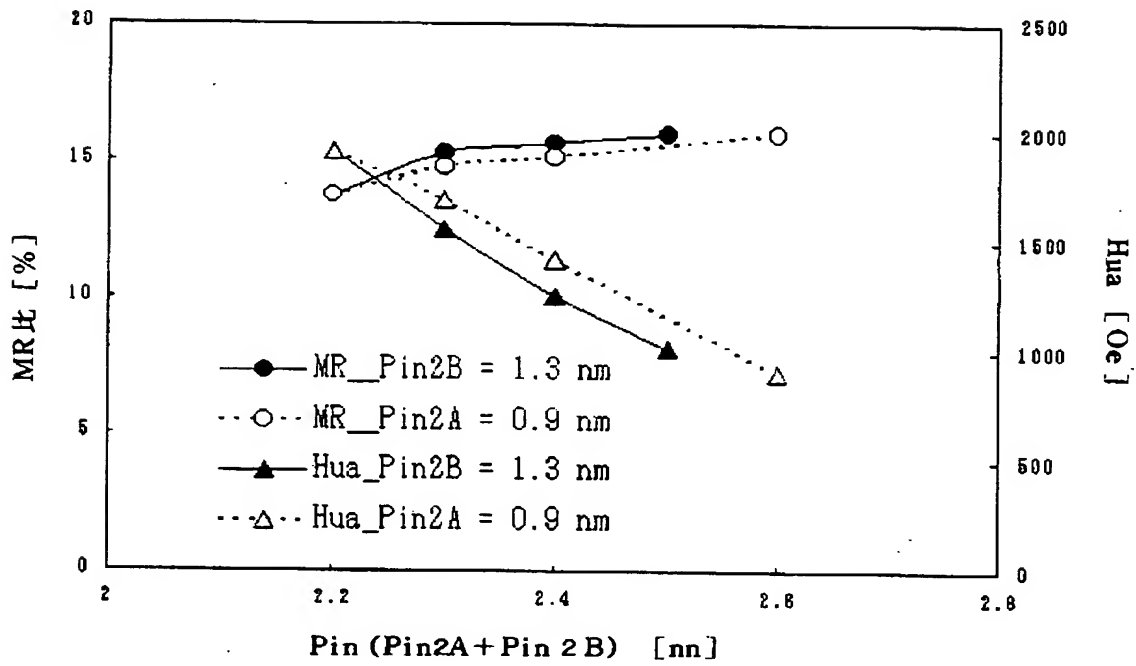
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 MR比とHua値を改善したスピバルブヘッドとして得ることができ、優れた、安定した特性を備える磁気ヘッド素子として提供する。

【解決手段】 第1のピン磁性層141、非磁性層15、第2のピン磁性層142をこの順に積層したピン磁性層を備えるスピバルブヘッドにおいて、前記第1のピン磁性層141と前記第2のピン磁性層142の間に絶縁体スペキュラー層22が積層して形成されていることを特徴とする。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 3 4 1 9 2 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社